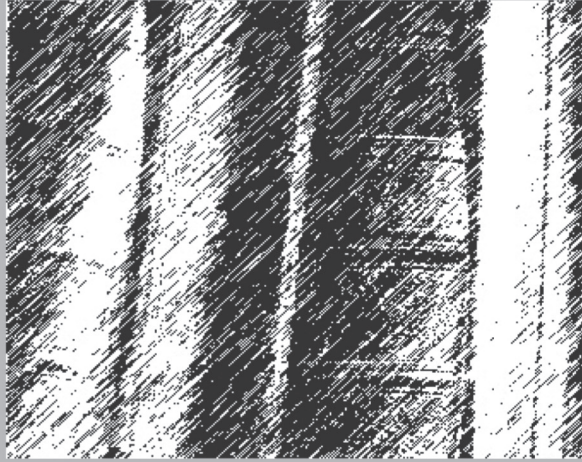




MARTA MACZKA

Soroban — japońskie liczydło w edukacji matematycznej XXI wieku

Soroban — Japanese abacus in 21st-century mathematics education

Abstract: The subject of this paper is the Japanese abacus soroban. It contains shortened description of its structure and history. The paper presents the results of the research of foreign authors of the application of soroban in didactic practice. It shows the advantages coming out of its usage in mathematical education: cognitive development, improvement of numerical memory and concentration, growth of ability in the range of the application of basic arithmetic operations. Some risks coming out of the use of the abacus have not been omitted i.e., stiffening of the ways of executing the calculations or lack of inventiveness in solving problems. The paper presents the results of research of introduction of soroban for mathematical education into Polish schools. It discusses motivation of students to use this tool and the most common mistakes committed by them. It searches for the answer to what the most effective methods of teaching execution of calculations using soroban are. The text also includes the encouragement to undertake empirical research on wider scale to use soroban in Polish educational practice.

Key words: abacus, mathematics education, soroban, calculations.

Matematyka jest jednym z najważniejszych narzędzi poznawania prawidłowości otaczającego nas świata. Od jakości edukacji matematycznej zależy, czy możliwości te będą wykorzystywane. Kluczem do sukcesu jest proces dydaktyczny maksymalnie eksploatujący potencjał ucznia oraz stymulujący jego naturalną aktywność poznawczą. Uwagi te dotyczą procesu nauczania-uczenia się matematyki na wszystkich szczeblach edukacji, a szczególną rolę mają do spełnienia w początkowym okresie pobytu dziecka w szkole. W dużej mierze od tego, w jaki sposób młody człowiek zostanie wprowadzony w świat matematycznych pojęć i reguł, będzie zależała jego dalsza edukacja w tym zakresie.

Za wyznacznik sukcesu edukacyjnego można uznać umiejętność korzystania z narzędzi matematyki w życiu codziennym i zdolność do opracowywania własnych strategii postępowania. Choć dokumenty regulujące pracę systemu oświaty, w szczególności zaś szkół podstawowych, zgodnie jako jeden z priorytetów wskazują rozwój myślenia matematycznego uczniów, to jednak liczne badania dowodzą, że cele te nie są spełniane (Dąbrowski, 2007; Dąbrowski, Wiatrak, 2011). Pomimo obecności w literaturze przedmiotu pozycji ukazujących możliwości twórczego nauczania matematyki (np. Wojnowska, 2007; Kalinowska, 2010) w publikacjach skierowanych do nauczycieli wciąż dominuje tradycyjne podejście do nauki tego przedmiotu. Niestety, wyniki międzynarodowych badań diagnozujących stan wiedzy i umiejętności matematycznych uczniów (np. badania PISA, TIMMS) wskazują, że polskie szkoły zdecydowanie nie dorównują krajom przodującym w tej dziedzinie. Analiza porównawcza danych z wielu krajów ukazuje znaczną przewagę państw Dalekiego Wschodu (m.in. Chin, Japonii) nad Polską (Gill, McPice, 1996) w kwestii efektów nauczania matematyki. Pomimo iż pomiędzy krajami Dalekiego Wschodu a Polską istnieją istotne różnice kulturowe, warto przyrzeć się systemom edukacyjnym wskazanych państw. Tego typu badania porównawcze umożliwiają dostrzeżenie sposobów poprawy rodzimego systemu nauczania.

Jeszcze do niedawna w polskich szkołach na ławkach klas uczniów początkowych podczas zajęć matematycznych znajdowały się liczydła. Dziś jest to już niestety widok należący do rzadkości. Liczydłem Ewa Puchalska i Zbigniew Semadeni nazywają każde urządzenie pozwalające na przedstawienie liczb w sposób umowny za pomocą kamieni (kulek, gałek, koralików, pionków) oraz umożliwiające dodawanie i odejmowanie liczb poprzez odpowiednie manipulacje tymi kamieniami (Puchalska, Semadeni, 1985). Liczydła praktycznie zniknęły z kształcenia matematycznego najmłodszych uczniów, a szkoda, bo jak piszą cytowani autorzy, „liczydła planszowe mają wiele zalet dydaktycznych: są atrakcyjnym urozmaicheniem lekcji, pozwalają dziecku na wykonywanie roz-

maitych czynności ułatwiających kształtowanie się pojęć matematycznych, dają okazję do wielkiej liczby prostych obliczeń pamięciowych, wyrabiają umiejętność upraszczania rachunków w zależności od konkretnej sytuacji, rozwijają inwencję dziecka, a umożliwiając bardziej wszechstronne rozpatrywanie zagadnień arytmetycznych — pogłębiają ich rozumienie” (ibidem, s. 273). Zalety tej pomocy dydaktycznej rozumieją nauczyciele matematyki z krajów azjatyckich. W Chinach w użyciu jest suanpan, natomiast w Japonii jego udoskonalona wersja, czyli soroban.

Konstrukcja sorobanu różni się nieco od konstrukcji liczydła prętowego używanego w Europie. Europejska wersja abakusa posiada zwykle dziesięć prętów po dziesięć koralików każdy. Soroban zbudowany jest w sposób następujący: wszystkie pręty podzielone są na dwie części. W górnej, nazywanej w Japonii „niebem”, znajduje się 1 koralik, natomiast w dolnej, zwanej „ziemią”, 4. W wersji chińskiej — suanpanie — są 2 koraliki w górnej części i 5 w dolnej. Koraliki „ziemi” mają wartość jeden, a „nieba” pięć. Rozwiązanie japońskie jest doskonalsze, gdyż każdą liczbę można przedstawić tylko w jeden sposób, podczas gdy na europejskim liczydłe np. liczbę 10 możemy przedstawić na dwa sposoby: przez przesunięcie jednego koralika dziesiątek lub dziesięciu koralików jedności, co w pewnych sytuacjach może komplikować obliczenia.

W Chinach abakus o budowie i metodzie obliczeń podobnych do używanego w starożytnym Rzymie znany był od wieków. W czasach dynastii Ming wielką popularnością cieszyła się wersja zbudowana z 2 koralików na górze i 5 na dole. Do Kraju Kwitnącej Wiśni dotarła ona z Chin przez Koreę w połowie XV wieku. Z czasem Japończycy udoskonalili zapożyczony wynalazek. Abakus jest więc używany w Japonii od ponad 500 lat. W 1938 roku techniki obliczeniowe z wykorzystaniem sorobanu zostały włączone do podręczników matematyki opracowanych przez Ministerstwo Edukacji (Cusick, 2010).

Za pomocą sorobanu można wykonywać wszystkie podstawowe działania arytmetyczne: dodawanie, odejmowanie, mnożenie, dzielenie, pierwiastkowanie liczb całkowitych, ujemnych oraz ułamków. Obliczenia wykonywane są za pomocą rozsuwania lub zsuwania koralików. Osoba rozpoczynająca naukę wszystkie operacje wykonuje na liczydłe, manipulując konkretnym materiałem — koralikami. Kolejnym etapem wtajemniczenia jest poprzestanie na symulowaniu przesuwania koralików palcami. Celem treningu jest wykonywanie wszystkich obliczeń w umyśle dzięki wizualizacji sorobanu. Jest to tzw. metoda anzan. Opublikowano już wiele podręczników tej techniki obliczeń (Kai-chen, 1959; Kojime, 1954; Bernazzani, 2005; Markarian, 2011), dlatego w niniejszym artykule nie będę omawiała szczegółowo tych zagadnień.

Korzystający z sorobanu wskazują wiele zalet płynących z jego użytkowania. The League for Soroban Education of Japan wymienia przede wszystkim korzyści edukacyjne. Ich zdaniem, uczniowie używający liczydeł lepiej rozumieją strukturę systemu dziesiętnego i wartości liczb, mają możliwość wykonywania trudnych operacji arytmetycznych „krok po kroku”, co sprzyja lepszemu rozumieniu działań; soroban rozwija także zdolności poznawcze.

Założyciel Lee's Abacus Correspondence School (Kai-chen, 1959) wymienia dodatkowo zalety samego narzędzia. Abakus każdego rodzaju jest poręczny, niedrogi, łatwy w obsłudze nawet dla osób początkujących, odporny na błędy oraz umożliwia szybkie wykonywanie obliczeń.

Wielką zwolenniczką wykorzystywania sorobanu w praktyce edukacyjnej jest prof. Shizuko Amaiwa z Shinshu University (Amaiwa, 1987; Amaiwa, Hatano, 1989), która zauważa, iż ćwiczenia z użyciem sorobanu poprawiają zdolności użytkowników także w innych dziedzinach, np. poprawiają pamięć, polepszają umiejętność rozwiązywania problemów, jak również przyczyniają się do lepszego zrozumienia i opamiętania podstawowych działań arytmetycznych. Soroban wpływa korzystnie na rozwój pamięci numerycznej oraz rozumienie układów przestrzennych.

Prof. S. Amaiwa przeprowadził badania, z których wynika, że uczniowie klasy III po rocznym treningu lepiej od swoich rówieśników niekorzystających z sorobanu radzili sobie z dodawaniem i mnożeniem liczb jednocyfrowych, dodawaniem i odejmowaniem liczb wielocyfrowych oraz rozwiązywaniem problemów matematycznych przedstawionych słownie. Autorka przypuszcza, że osiąganie lepszych rezultatów w rozwiązywaniu zadań tekstowych może być spowodowane tym, iż dzieci używające sorobanów wykonują obliczenia szybciej, w związku z czym mają więcej czasu na przemyślenie samej istoty problemu. Co ciekawe, uczniowie z grupy eksperymentalnej lepiej radzili sobie także z zadaniami wymagającymi operacji na ułamkach. Na sorobanie ułamki można przedstawiać jedynie w postaci dziesiętnej, dzieci nie miały jednak trudności z posługiwaniem się także ułamkami zwykłymi — zamieniały je po prostu na ułamki dziesiętne, gdyż taka forma była dla nich bardziej zrozumiała. S. Amaiwa dostrzega również pewne niebezpieczeństwa związane z wykorzystywaniem liczydła. Jej zdaniem z powodu niezmienności metod prowadzonych obliczeń kształtuje się u dzieci brak elastyczności w działaniu, co powoduje małą innowacyjność w rozwiązywaniu problemów (Amaiwa, 2011).

Podobne niebezpieczeństwo dostrzega Karol Sieńkowski, który uważał, że po osiągnięciu pewnej biegłości soroban przestaje być narzędziem matematycznego rozwoju, staje się zaś maszynką do wykonywania szybkich obliczeń (Sieńkowski, 2011).

Odpowiedź na pytanie o źródło efektów ćwiczeń na sorobanie mogą dać analizy fal mózgowych EEG osób liczących. Badania tego typu prowadziła Kimiko Kawano. Wynika z nich, iż większość osób podczas wykonywania obliczeń wykorzystuje głównie lewą półkulę mózgu. Przy używaniu sorobanu aktywizuje się prawą półkulę. Soroban poprawia zdolności obliczeniowe, gdyż jego użytkownicy zamiast w myślach ubierać pojęcia matematyczne w słowa wizualizują sobie samo liczydło i za pomocą jego obrazu wykonują operacje matematyczne.

Soroban jest narzędziem w rękę nauczyciela. Pedagog świadomy jego zalet, ale też ograniczeń będzie potrafił znaleźć dla sorobanu najlepsze z możliwych zastosowanie w prowadzonym przez siebie procesie dydaktycznym. Tego typu próby stosowania sorobanu podejmowane są obecnie w wielu krajach. Poza Japonią, soroban zdobywa popularność także w Malezji, Wielkiej Brytanii, na Węgrzech czy w Niemczech. W Polsce nadal pozostaje narzędziem praktycznie nieznanym. Pragnąc zmienić ten stan rzeczy, postanowiłam przeprowadzić badania nad możliwościami wykorzystania sorobanu w polskiej praktyce edukacyjnej.

W badaniach uczestniczyły dwie grupy respondentów: uczniowie klas II i III szkoły podstawowej oraz studenci III roku studiów pedagogicznych. Głównym celem badań było uzyskanie odpowiedzi na następujące pytania:

1. Jaka metoda nauczania wykonywania obliczeń na sorobanie jest najkorzystniejsza w warunkach polskiej szkoły?
2. Jaki poziom motywacji do nauki posługiwania się sorobanem wykazują polscy uczniowie i studenci po zapoznaniu się z tym narzędziem?
3. Na czym polegają trudności polskich uczniów i studentów uczących się wykorzystywać soroban?

Głównymi metodami były: eksperyment pedagogiczny, obserwacja, test osiągnięć szkolnych i sondaż diagnostyczny.

Zostały one tak zaprojektowane, aby wzajemnie uzupełniały się i weryfikowały. Grupa badawcza została podzielona na dwie części: grupę eksperymentalną i grupę kontrolną. W każdej z nich znalazła się jedna klasa II, jedna III i jedna około dwudziestopięciosobowa grupa studentów. Tylko jedna z badanych osób miała wcześniej kontakt z sorobanem. Był to uczeń klasy III pochodzący z Japonii. Pozostałe osoby zetknęły się z japońskim liczydłem po raz pierwszy w życiu. Wszyscy badani na czas prowadzonych zajęć otrzymali sorobany. Prowadząca badania w celu wywołania pozytywnej motywacji zaprezentowała zalety narzędzia. W grupie eksperymentalnej przedstawiono kilkuminutowy film o imponujących zdolnościach obliczeniowych mistrza sorobanu oraz uczących się dzieci, natomiast grupa kontrolna wysłuchiwała opowiadania na ten temat. Po zakończeniu zajęć badani zostali zapytani, czy chcieliby uczyć się liczyć na

sorobanie. Uzyskano bardzo optymistyczne wyniki. W obu grupach większość osób wyraziła chęć kontynuowania nauki. Okazuje się, że soroban jest na tyle atrakcyjnym narzędziem, iż sposób wywołania motywacji miał marginalne znaczenie. Pragnienie kontynuowania ćwiczeń wyraziło 93% osób z grupy eksperymentalnej i 91% z grupy kontrolnej.

Po prezentacji narzędzia prowadząca udzielała około piętnastominutowego instruktażu obejmującego: budowę i sposób trzymania liczydła, jego „zerowanie” (ustawianie koralików w taki sposób, aby przedstawiały liczbę zero), sposób dodawania i różne jego przykłady uszeregowane rosnąco według stopnia trudności (od dodawania liczb jednocyfrowych, niewymagającego przekroczenia progu dziesiętkowego, do dodawania liczb dwucyfrowych z przekroczeniem progu). W grupie kontrolnej instrukcja opierała się na wyjaśnieniach słownych, natomiast w grupie eksperymentalnej była poparta prezentacją multimedialną. Po instruktażu wszyscy badani otrzymali identyczny zestaw 7 zadań na dodawanie w zakresie do 100, również uszeregowanych zgodnie z zasadą stopniowania trudności. Połowa zadań była analogiczna do tych prezentowanych podczas instruktażu, pozostałe zaś zaprojektowano jako sytuacje problemowe.

Wyniki okazały się zaskakujące! Niezależnie od metody nauczania ok. połowa badanych w obu grupach rozwiązała poprawnie wszystkie zadania. Z przyczyn oczywistych w większości byli to studenci. Prawie identyczny jest także rozkład liczby błędów. Oczywiście otrzymane wyniki są silnie zależne od wielu zmiennych związanych z osobistymi preferencjami badanych, niemniej jednak pewien trend jest tu silnie widoczny. Szczegółowe wyniki prezentuje tabela 1.

Tabela 1

Wyniki testu osiągnięć szkolnych (%)

Wyniki testu	Grupa eksperymentalna	Grupa kontrolna
Wszystkie zadania rozwiązane bezbłędnie	51,17	48,89
Jedno zadanie rozwiązane błędnie	13,95	13,33
Więcej niż jedno zadanie rozwiązane błędnie	34,88	37,78

Okazuje się, że w przypadku pierwszego kontaktu z sorobanem metoda nauczania ma znaczenie drugorzędne. Objasnienie słowne było tak samo skuteczne jak prezentacja multimedialna. Jest to dobra wiadomość dla polskich nauczycieli, którzy chcieliby wprowadzić liczenie na sorobanie do swoich zajęć dydaktycznych. Brakuje dotąd literatury na ten temat w języku polskim, informacje można znaleźć jedynie w kilku źródłach internetowych. Brakuje też materiałów i opracowań metodycznych mogących pomagać w przygotowaniu lekcji z sorobanem. W związku z tym

korzystny wydaje się fakt, iż zajęcia wprowadzające w istotę działania sorobanu mogą się odbywać z wykorzystaniem tradycyjnych metod nauczania bez szkody dla skuteczności tej nauki.

Bardzo ciekawe rezultaty dała obserwacja dzieci i młodzieży podczas pracy z sorobanem, a także analiza najczęściej popełnianych błędów. Uczniowie mieli trudności przede wszystkim z pokonaniem oporu przed wykonywaniem obliczeń za pomocą liczydła. Wiele dzieci próbowało w teście podawać odpowiedzi bez używania sorobanu. Było to o tyle irracjonalne, że odpowiedź miała być podana w formie rysunku „wskazań” liczydła. Uczniowie ci obliczenia usiłowali wykonywać „w pamięci”, a następnie wyobrazić sobie wynik i narysować go. Jak można było przypuszczać, próby takie najczęściej nie były udane. Znacznie lepsze wyniki osiągnęli ci, którzy autentycznie z liczydła korzystali. Nasuwa się zatem pytanie: skąd się bierze takie uprzedzenie do wykorzystania reprezentacji enaktywnych? Być może jest to spowodowane dążeniem nauczycieli edukacji wczesnoszkolnej do jak najszybszego odejścia od fazy liczenia na realnych przedmiotach lub ich zastępnikach na rzecz liczenia „w pamięci”. Zajęcia z matematyki prowadzone z wykorzystaniem przedmiotów są trudniejsze organizacyjnie, ponadto z rozmów z nauczycielami wynika, iż uważają oni tego typu działania za infantylne i niepełnowartościowe.

Interesujące wyniki przyniosła też analiza najczęściej popełnianych błędów. Ogromna większość trudności wystąpiła w działaniach wymagających przekraczania progu dziesiątkowego. W takiej sytuacji, gdy badanemu brakowało koralików na jednym pręcie, „pożyczał” je z innego, nie zwracając uwagi na fakt, iż mają one już inną wartość. Wskazuje to na słabe rozumienie istoty systemu dziesiętnego. Często pojawiał się także błąd polegający na przedstawianiu dodawanych liczb oddzielnie, na osobnych prętach. Takie postępowanie było charakterystyczne dla najmłodszych dzieci, które nie mają ugruntowanego matematycznego sensu operacji, jaką jest dodawanie. Pewne nieporozumienia mogła też powodować sama budowa liczydła, gdyż koraliki w jednym kolorze występowały dwukrotnie w różnych rzędach wielkości. Wypływa stąd wniosek dla praktyki pedagogicznej, aby koraliki liczydła, którym posługują się dzieci, były w jednym kolorze, albo miały odmienne kolory w każdym rzędzie.

Soroban jest narzędziem z obcej nam kultury, nie ma więc polskich doświadczeń w jego stosowaniu. Warto jednak odnotować głosy dotyczące jego zalet płynące z krajów, w których jest znany i stosowany od dawna. Zarówno polscy uczniowie, jak i studenci uczestniczący w badaniu oraz obserwujący tę metodę nauczyciele przejawiali wielki entuzjazm i bardzo chętnie uczestniczyli w zajęciach. Jest to dowód na to, iż soroban ma szansę na stałe zagościć w polskich szkołach jako wartościowe narzędzie

dydaktyczne. Warto wskazać także na ogromne możliwości naukowej eksploracji w tym zakresie.

Od dawna stosowany w Japonii soroban może wspierać polską edukację matematyczną. Warto podejmować próby jego wprowadzenia do szkoły ze względu na wyniki zagranicznych badań podkreślających skuteczność tego narzędzia nie tylko w kształtowaniu techniki rachunkowej, ale znacznie szerzej — w rozwijaniu zdolności poznawczych. Otwierająca się w ten sposób perspektywa badawcza powinna w najbliższym czasie zaowocować publikacjami naukowymi oraz przyczynić się do powstania materiałów metodycznych związanych z nauką liczenia na sorobanie, skierowanych do nauczycieli wszystkich typów szkół.

Bibliografia

- Amaiwa S., 1987: *Transfer of subtraction procedures from abacus to paper and pencil computation*. „The Japanese Journal of Educational Psychology”, vol. 35, no. 1.
- Amaiwa S., 2011: *The ripple effects and the future prospects of abacus learning*. Tryb dostępu: <http://www.shuzan.jp/english/brain/brain.html>. Data dostępu: 14.10.2011 r.
- Amaiwa S., Hatano G., 1989: *Effects of abacus learning on 3rd-graders' performance in paper-and-pencil tests of calculation*. „Japanese Psychological Research”, vol. 31, no. 4.
- Bernazzani D., 2005: *Soroban abacus handbook*. Tryb dostępu: http://www.zetatal3.com/docs/Education/Ancient_Calculators/Abacus_Handbook_2004.pdf. Data dostępu: 10.10.2011 r.
- Cusick J., 2010: *The Japanese soroban: A brief history and comments on its educational role*. Osaka.
- Dąbrowski M., 2007: *Pozwólmy dzieciom myśleć! O umiejętnościach matematycznych polskich trzecioklasistów*. Warszawa.
- Dąbrowski M., Wiatrak E., 2011: *Umiejętności matematyczne trzecioklasistów. W: Ogólnopolskie badanie umiejętności trzecioklasistów. Raport OBUT 2011*. Red. E. Pregler, E. Wiatrak. Warszawa.
- Gill A., McPice L., 1996: *Czego możemy nauczyć się od Japończyków?* „Nowa Szkoła”, nr 1.
- Kai-chen L., 1959: *How to learn Lee's abacus*. Taipei.
- Kalinowska A., 2010: *Matematyczne zadania problemowe w klasach początkowych — między wiedzą osobistą a jej formalizacją*. Kraków.
- Kojime T., 1954: *The Japanese abacus, its use and theory*. Tokyo.
- Markarian K., 2011: *Soroban. The Japanese abacus*. Tryb dostępu: http://www.japan21.org.uk/downloads/resources/soroban/soroban_1.pdf. Data dostępu: 10.08.2012 r.
- Program Międzynarodowej Oceny Umiejętności Uczniów OECD PISA. Wyniki badania 2009 w Polsce. Tryb dostępu: http://www.ifispan.waw.pl/pliki/pisa_2009.pdf. Data dostępu: 2.09.2012 r.

- Puchalska E., Semadeni Z., 1985: *Liczydła planszowe*. W: *Nauczanie początkowe matematyki*. Red. Z. Semadeni. Warszawa.
- Sieńkowski K., 2011: *Moje spotkanie z sorobanem*. „Matematyka”, nr 5.
- Soroban. Useful arithmetical tool*. Tryb dostępu: www.typoscriptics.de/soroban/resources/leaque-manual.pdf. Data dostępu: 10.11.2011 r.
- Wojnowska M., 2007: *Między przekazem a odkryciem. Twórcze sposoby na rozwiązywanie zadań matematycznych przez dzieci*. Kraków.